AZ YTONG GÁZBETON[1] ELŐÁLLÍTÁSA, TULAJDONSÁGAI ÉS ALKALMAZÁSA

ÍRTA: DR.-ING. DIETER HUMS

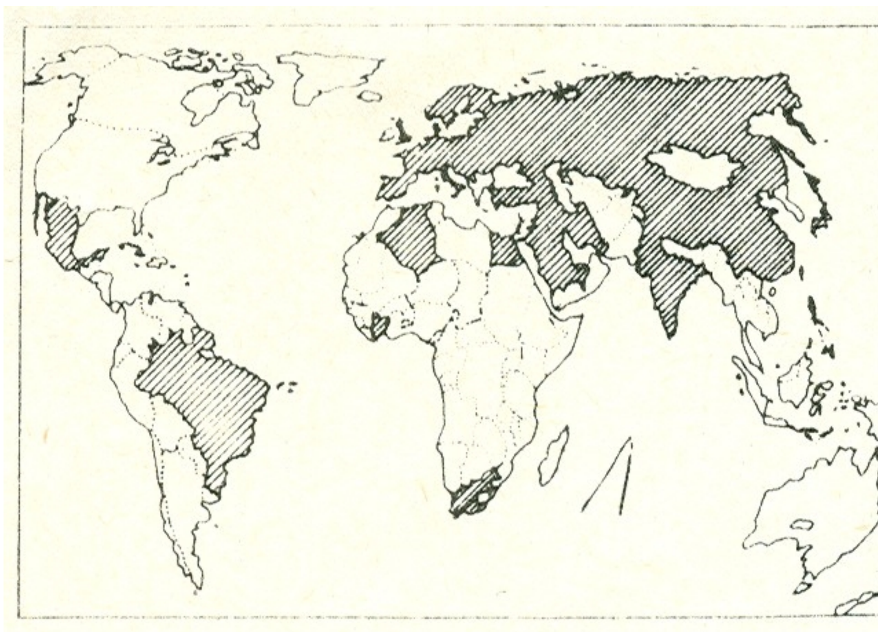
az YTONG AG. Entwicklungszentrum (Kutatási Központ) vezetője, Schrobenhausen/Obb, Németország (a cikk írásakor még NSZK)

A cikk az Építőanyag c. folyóirat (SZTE Szilikátipari Tudományos Egyesület akkor még havi lapja) XXXIX. évf. 1987. 2. szám 47-54. oldalán jelent meg, és előzőleg előadás formájában az SZTE és a SZIKKTI (Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet) szervezésében Budapesten, 1986. április 2-án rendezett YTONG ankéton hangzott el.

Bevezetés

A gázbeton sejtesített és autoklávolással szilárdított olyan építőanyag, amelyet gazdaságos előállítása, kis testsűrűsége, előnyös szilárdsági és hőtechnikai tulajdonságai, könnyű feldolgozhatósága folytán sokoldalúan és széles körben alkalmaznak elsősorban falazó- és szigetelőanyagként, de vasbetéttel ellátva tető-, födém- és falelemként is. Újabb alkalmazási területe a tűzvédelem. Granulátum formájában egyre nagyobb tömegben hasznosítják ad- és abszorpciós szerként, így például állati alomnak, olajfogónak, acélgyártási és vegyipari semlegesítőnek, füstgáz szűrőnek, ami a hulladékhasznosítás és a piacbővítés szempontjából is jelentős.

Az YTONG gázbetont *Dr. Johan Axel Eriksson* svéd építész fejlesztette ki azzal a szándékkal, hogy az épületfát kedvező tulajdonságú, nem éghető és nem korhadó építőanyaggal váltsa ki. Találmányát 1924-ben szabadalmaztatta. A gázbetont YTONG („Yxhult Betong") néven 1929-ben kezdte gyártani Svédországban az egyébként kőzetek feldolgozására 1878-ban alapított Yxhults Stenhuggeri AB cég (Lilla Yxhult svéd város). Az YTONG AG. központja 1983-ban települt Münchenbe, és ugyanitt (volt) található a nemzetközi technikai és kereskedelmi tevékenység végzésére 1945-ben leányvállalatként alapult YTONG International GmbH. székhelye is. Ma (a cikk írása idején) három földrész 14 országában mintegy 45 YTONG gázbetongyár működik, és a legkülönfélébb éghajlati övezetekben újabbak létesítése van folyamatban A gázbeton térhódítása – a majd mindenhol fellelhető nyersanyagoknak is köszönhetően – világjelenség, előállításával több cég is foglalkozik. Az *1. ábrán a* gázbetont gyártó országok láthatók, ezek szinte mindegyikében található YTONG gázbetongyár, némelyikben több is, így az NSZK-ban például kilenc.



1. ábra: Gázbeton gyártó országok (1986-ban)

[1] A gázbeton elnevezése napjainkban kereskedelmi megfontolásokból: pórusbeton. Lásd még: http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/13-konnyubeton/13-1-tabla-n.jpg

A gázbeton tulajdonságait az egymással kölcsönhatásban álló nyersanyag minőség és gyártási technológia határozza meg, ez pedig a termék minőségre és az alkalmazhatóságra van hatással, ami végül is magán hordozza a technológiai rendszer sajátosságait. A következőkben célkitűzésünknek megfelelően az YTONG gázbeton gyártási és tulajdonságbeli sajátságait, továbbá alkalmazási lehetőségeit tekintjük át, miközben a témakör általános ismérveinek taglalását sem kerülhetjük el.

Nyersanyagok

Mindennemű építőanyag-gyártási technológia kifejlesztése során olyan rugalmas eljárás kialakítására kell törekedni, amely a nyersanyagok különféle változatainak lehető legszélesebb felhasználását teszi lehetővé. A gázbetongyártásra nézve ez azt jelenti, hogy a technológiának lehetőleg a legkülönbözőbb kémiai összetételű és tulajdonságú homokok és pernyék, valamint a különféle cementek és/vagy meszek fogadására kell alkalmasnak lennie. Ez a pernyét illetően azért is fontos, mert ez az általában olcsó hulladékanyag épp a szerkezeti építőanyagok, így például a gázbeton gyártásában hasznosítható a legésszerűbben.

Adalékanyag

Az YTONG technológia adalékanyagként elsősorban homokot használ. A homok megkövetelt SiO_2 tartalma általában 70 tömeg%, de ezt az értéket a kísérő ásványok mennyisége erősen befolyásolhatja. Gondot okozhat például a magas földpát- és csillám-, azaz alkálitartalom, bár ma már képesek vagyunk olyan homokokat is felhasználni, amelyek földpáttartalma 20-30 tömeg%. Az *1.* és *2. táblázatokban* olyan tipikus, különböző minőségű nyershomok minták kémiai és számított ásványi összetételét mutatjuk be, amelyek mindegyikéből megfelelő receptúra alkalmazásával optimális tulajdonságú gázbetont képesek az YTONG gyárak előállítani. A homokot olyan finomra kell őrölni, hogy a 90 μm lyukbőségű szitán a fennmaradó anyag mennyisége legfeljebb 20 tömeg% legyen (*1.* és *2. fénykép*). Az YTONG technológiában a száraz és nedves őrlés lehetősége egyaránt adott, kiválasztása elsősorban a homok tulajdonságától és a gyár nagyságától függ. Ha a nyershomok szemnagysága kisebb, mint 500 μm, akkor a keverőgépbe nyershomokot is szoktunk adagolni. Az őrlés teljes mellőzésétől az YTONG cég elzárkózik, mert az ily módon adódó minőségjellemzők általában nem kielégítők.



1. fénykép: Homokőrlő golyósmalom



2. fénykép: Acél őrlőgolyók homokőrléshez

A hulladékanyagok közül gázbeton adalékanyagként elsősorban a *pernyék* kerülnek felhasználásra[2]. A pernye előnyös tulajdonsága, hogy olcsó, szemnagysága szinte kellőképpen finom, és alkalmazásával a környezetvédelemnek is szolgálatot teszünk. Kémiai, ásványtani és morfológiai tulajdonságaikban a pernyék igen különbözőek lehetnek, és gázbeton-gyártásra nem mindegyik típus használható kifogástalanul, például késztermék szilárdság elmaradás nélkül. A pernyék főképp falazóanyag előállítására alkalmasak. Követelmény, hogy SiO_2 tartalmuk legalább 45 tömeg% legyen. Több YTONG gyárban már évtizedek óta dolgoznak a legkülönbözőbb pernyetípusokkal, ily módon alkalmazásukat illetően több éves tapasztalatok állnak rendelkezésre. A pernyék felhasználását mindig gondos vizsgálatok előzik meg, amelyek eredményére példa a kő- és barnaszénpernyék kémiai összetételének 3. *táblázatbeli* adatsora, amelyet egy szokásos őrölt homokéval hasonlíthatunk össze. E pernyékkel az YTONG Kutatási Központban az utóbbi időben részletes alapkutatásokat végeztünk. A gázbetongyártáshoz használt pernyék általában száraztüzelésből származnak, de lehetnek olvasztókamrás tüzelésből eredő granulátumok is. Újabban arra is végeztünk kísérleteket, hogy a viszonylag nehéz pernyetípusok – mint amilyenek például a fluidágyas tüzelések pernyéi – milyen feltételek mellett használhatók gázbeton adalékanyagként.

[2] Napjainkban (2010), hazánkban csak homok alapú (adalékanyagú) gázbetont gyártanak.
Lásd: http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/12-gazbeton/12-gazbeton.htm

1. táblázat: Nyershomok minták kémiai összetétele [tömeg %]

Izzítási veszteség	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
0,23	96,7	1,60	0,27	0,10	0,04	0,93	0,10
7,07	75,0	5,58	2,50	5,00	3,17	1,04	0,60
2,23	90,9	2,67	0,79	1,34	0,65	1,02	0,40
0,38	93,8	2,60	0,48	039	0,07	1,08	0,42
4,20	86,1	1,97	0,58	5,40	0,10	0,66	0,32
4,92	77,6	5,71	0,86	6,54	0,45	1,89	1,12
0,38	95,4	2,18	0,57	0,15	0,07	0,99	0,25
0,50	90,6	4,97	0,32	0,23	0,10	2,52	0,79
0,47	93,3	3,14	0,73	0,41	0,14	1,27	0,55
0,47	98,0	0,81	0,24	0,27	0,03	0,13	0,02
0,11	99,2	0,36	0,06	0,05	0,01	0,17	0,03
0,26	95,3	2,54	0,21	0,08	0,03	1,38	0,20
0,84	92,9	4,27	0,35	0,11	0,14	1,35	0,07

2. táblázat: Nyershomok minták számított ásványi összetétele [tömeg%]

Kálifoldpát	Nátrium-földpát	Összes földpát	Agyag-ásvány	Dolomit	Kalcit	Kvarc
5,5	0,8	6,3	1,1	0,2	0,1	92,0
6,1	5,1	11,2	8,8	14,5	1,2	61,8
6,0	3,4	9,4	2,3	3,0	0,8	83,7
6,4	3,6	9,9	1,9	0,3	0,5	86,9
3,9	2,7	6,6	1,8	0,5	9,4	81,1
11,2	9,5	20,6	4,6	2,1	10,6	61,2
5,8	2,1	8,0	1,8	0,3	0,1	89,3
14,9	6,7	21,6	2,4	0,5	0,2	75,1
7,5	4,7	12,2	2,2	0,6	0,4	83,9
0,8	0,2	0,9	1,6	0,1	0,4	96,7
1,0	0,3	1,3	0,3	0,0	0,1	98,3
8,2	1,7	9,8	1,8	0,1	0,1	87,9
8,0	0,6	8,6	6,8	0,6	0,0	83,8

3. táblázat: Különböző pernyék és összehasonlításul egy szokásos őrölt homok kémiai összetétele [tömeg%]

Kémiai összetevők	Szokásos őrölt homok	Barnaszén pernye	Feketeszén pernye	A széntartalom hatásának vizsgálatára kiizzított	
				barnaszén	feketeszén
				pernye minták	
SiO_2	75,4	51,3	37,3	45,8	44,4
Al_2O_3	5,63	27,1	24,7	29,5	28,6
Fe_2O_3	2,31	7,18	11,0	13,4	12,6
TiO_2	0,39	6,44	0,84	0,99	0,95
K_2O	1,05	0,93	2,43	2,88	2,80
Na_2O	0,06	0,08	0,09	0,10	0,03
CaO	5,57	3,39	2,28	2,71	2,61
MgO	2,66	1,67	1,05	0,99	0,95
MnO_2	0,07	0,12	0,07	0,07	0,07
P_2O_5	0,04	0,35	0,52	0,64	0,61
PbO	0,01	0,01	0,05	0,04	0,05
BaO	0,01	0,14	0,21	0,18	0,18
SO_3	0,08	0,10	0,80	0,0	0,0
Izzítási veszteség 1000 ºC-on	6,66	1,01	17,8	1,01	4,94

Kötőanyag

Az YTONG technológia kötőanyagként őrölt égetett meszet és cementet alkalmaz. E két komponens tömegaránya igen tág határok között, 5:1 és 1:3 tömegarány között változtatható, de rendkívüli esetben még ennél szélsőségesebb is lehet. Az eljárás tehát a kötőanyag kínálat és ár függvényében a leggazdaságosabb kötőanyag-adagolásra ad lehetőséget.

Az égetett mész – mint amelyiknek CaO tartalma több, mint 80 tömeg% – fehér mész kell legyen, és lényegében cementfinomságúra kell őrölni. A mész akár enyhén, akár erősen égetett is lehet. A DIN 1060 Teil 1. (1986) és Teil 3. (1982) értelmezése szerint az őrölt égetett építési fehér mész *Dewa*r-edényben mért oltási hőmérséklete érje el a 60 °C-ot, és a 0,8-szoros oltási hőmérséklethez tartozó oltási időnek 1-15 perc között kell lennie. Ez az MSZ 108-2:1972 felfogásában gyorsan és közepesen oltódó mésznek felel meg, miszerint az YTONG technológiában különböző reakcióképességű őrölt égetett meszekkel lehet dolgozni.

A cement általában 35 N/mm^2, különleges esetben 45 N/mm^2 28 napos minimális nyomószilárdságú portlandcement, de lehet kohósalak-portlandcement és kohósalakcement is, azaz olyan, amelyiknek kohósalak tartalma akár a 80 tömeg %-ot is eléri. Bizonyos gázbeton keverékekhez kiegészítő kötőanyagként gipszet vagy anhidritet adagolunk.

Gázképzőanyag

Gázképzőanyagként az YTONG technológia alumíniumport használ, de nincs akadálya az alumíniumpaszta használatának sem. A gázbeton pórusait a $Ca(OH)_2$, a víz és az alumínium egymásra hatásából felszabaduló hidrogéngáz képezi. Az alumíniumpor minőségének meghatározó szerepe van, finomságának, szemalakjának, szemfelületének nagy mértékben kell a felhasznált többi nyersanyag és az előállítandó termék tulajdonságaihoz igazodnia.

YTONG gyártástechnológia

Az YTONG gázbetongyárak a piaci igényekhez igazodóan a legkülönfélébb nagyságban és számos kivitelezési formában működnek. Éves kapacitásuk 50.000-1.400.000 m^3 között változik, a 200.000 és 1.200.000 m^2 közöttiek tipizáltak. Mindegyikükre jellemző közös

vonás, hogy valamennyi az YTONG technológiajellemző gyártásfolyamata alapján üzemel. A vasalatlan és vasalt YTONG termékek nyersanyagőrlést követő gyártásának folyamatábráját a *2. ábrán* mutatjuk be, amelynek jelölései a következők:

1. Nyersanyag silók az őrölt kvarchomok vagy pernye, a mész, a cement, az alumíniumpor számára.
2. A víz bevezetése.
3. A gázbeton keverése.
4. Az öntőformák beolajozása.
5. Acélbetét-előkészítés a vasalt termékek gyártásához:
   5a. Egyengetés és hegesztés.
   5b. Acélháló szállítás.
   5c. Hajlítás.
   5d. Korrózióvédő bevonat felhordása.
   5e. Az acélbetét behelyezése az öntőformába.
6. A nyerskeverék öntése.
7. A keverék kelesztése és pihentetése nyugvó helyzetben.
8. A gázbetontömbbel (Kuchen = kalács) teli öntőforma átforgatása 90°-kal.
9. Az előszilárdított gázbetontömb kizsaluzása.
10. A gázbetontömb szélezése, szükség esetén felületi megmunkálása.
11. Vízszintes vágás.
12. Függőleges vágás.
13. A feldarabolt gázbetontömb autokláv-kocsihoz szállítása.
14. A gázbetontömb autokláv-kocsira rakása.
15. Berakodás az autoklávba (*3. fénykép*).
16. Autoklávolás (*4. fénykép*).
17. Az autokláv bontása.
18. Továbbítás a csomagoláshoz, illetve a késztermék elszállításához.

Blokkgyártás esetén:

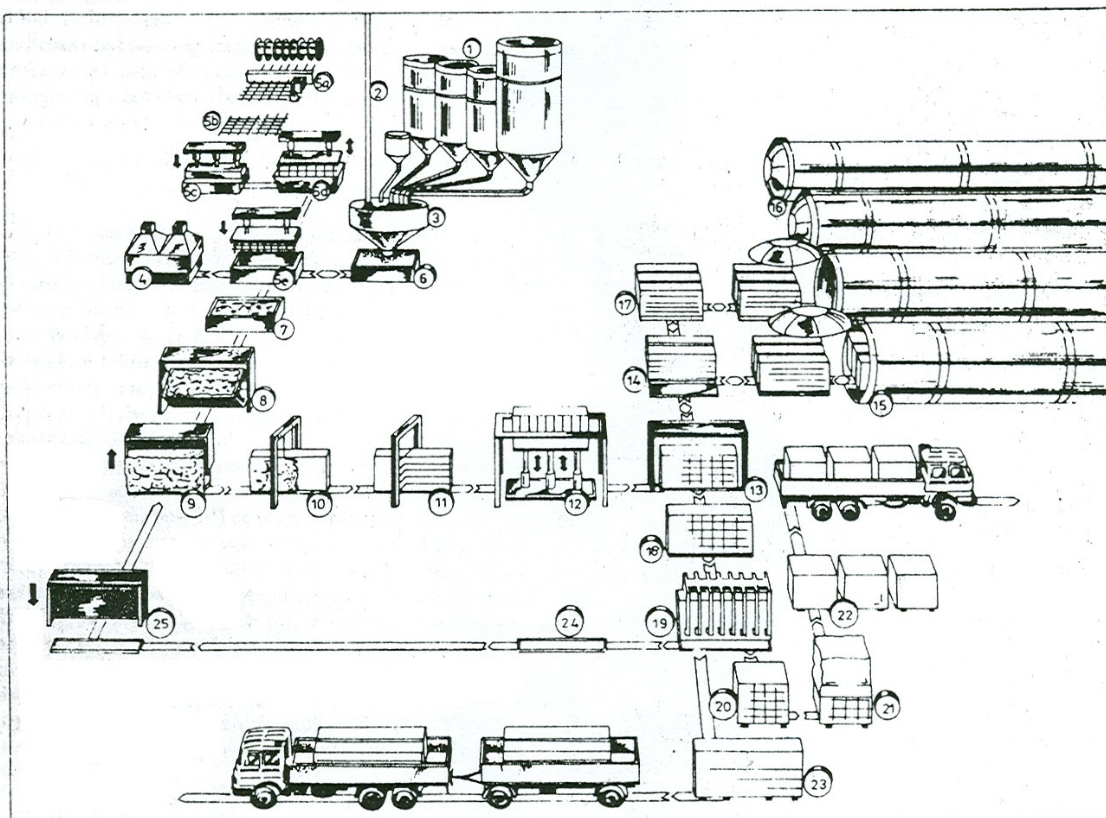
   19. A felvágott és megszilárdult gázbetontömb lazítása és leválasztása a formakocsiról.
   20. Palettaképzés.
   21. Csomagolás fóliába.
   22. Tárolás és elszállítás.

Szerkezeti elemek gyártása esetén a felvágott és megszilárdult gázbetontömb lazítása és formakocsiról való leválasztása után:

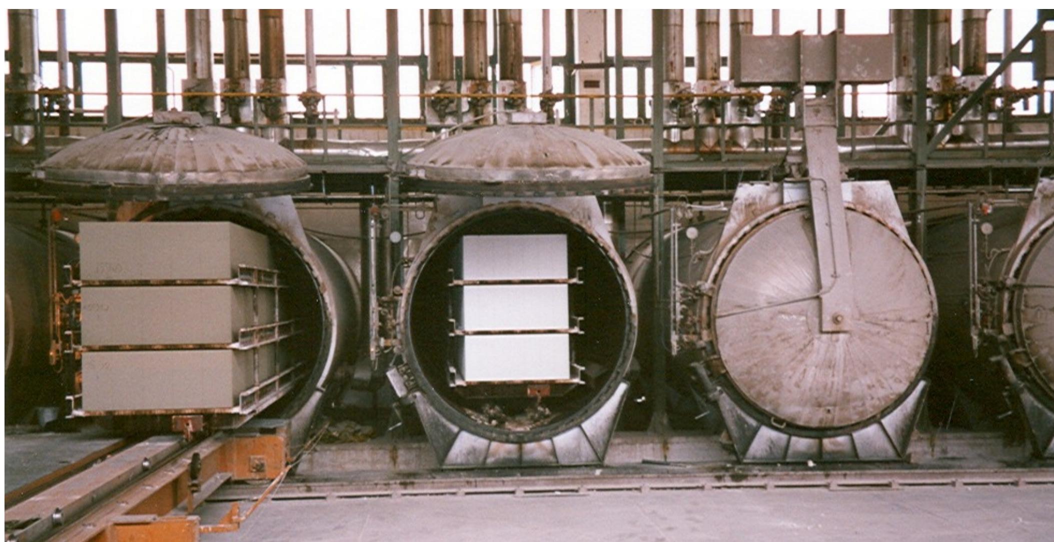
   23. Építési helyre szóló megrendelés szerinti célrakat-képzés azonnali elszállításhoz vagy főképp télen, időszakos készenléti tároláshoz.

Öntőforma-kezelés:

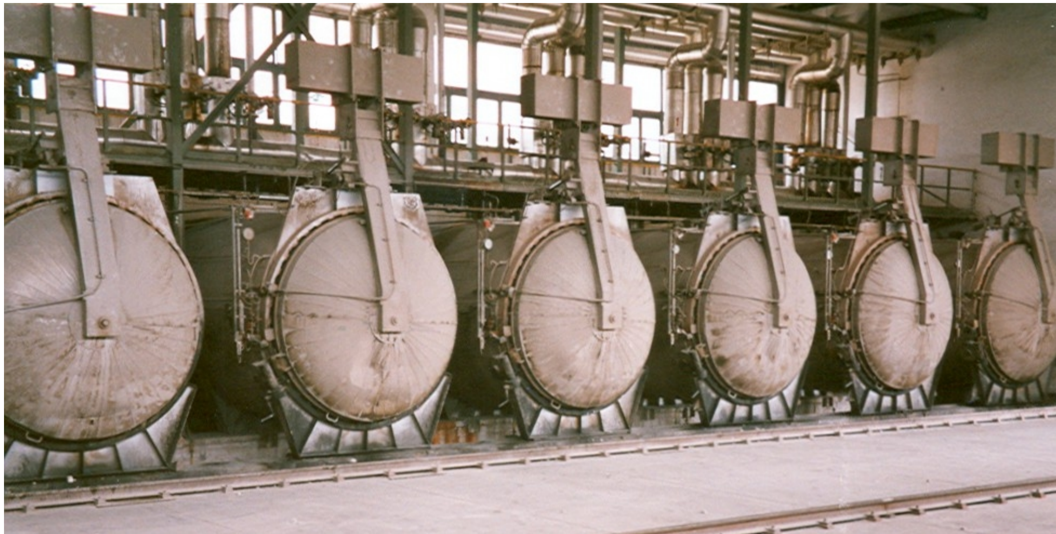
   24. A formakocsi visszaszállítása.
   25. Az öntőforma összeszerelése.



2. ábra: Az YTONG gázbetongyártás folyamatábrája



3. fénykép: Rakodás az autoklávokba



4. fénykép: Autoklávolás

Az YTONG gázbetongyártás fent leírt folyamatának néhány szakasza, így a kelesztés, a vágás, az autoklávolás és a csomagolás részletesebb ismertetést érdemel.

Kelesztés

Mint már említettük, az YTONG gyártási folyamat különböző minőségű nyersanyagok, összetételek, kötőanyag-kombinációk alkalmazását teszi lehetővé. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy lehet dolgozni igen mészdús összetételekkel és magas kelesztési hőmérsékletekkel, vagy mészszegény és cementdús változatokkal, melyekhez alacsony kelesztési hőmérséklet tartozik. E kötőanyag aránynak és tartalomnak képezi függvényét a kelesztési és előszilárdítási pihentetési idő, amely 30 perctől 3 óráig terjedhet. Sok esetben előnyös lehet igen rövid pihentetési időkkel, kis öntőformakészlettel és csekély számú várakozóhellyel dolgozni, ami mellett nagyobb kötőanyag mennyiséggel kell számolni. Más esetekben gazdaságosabb lehet többet beruházni az öntőformakészletre és a várakozóhely kiépítésre, hogy azután a kisebb kötőanyag igény folytán a termelés legyen olcsóbb. Az YTONG technológia e tekintetben igen rugalmas, sőt a megváltozott nyersanyag minőség követésére is képes, ezért alkalmazásával igen jó gazdasági mutatók érhetők el. A gazdaságosság érdekében e befolyásoló körülményeket a gyár létesítése előtt gondosan meg kell vizsgálni.

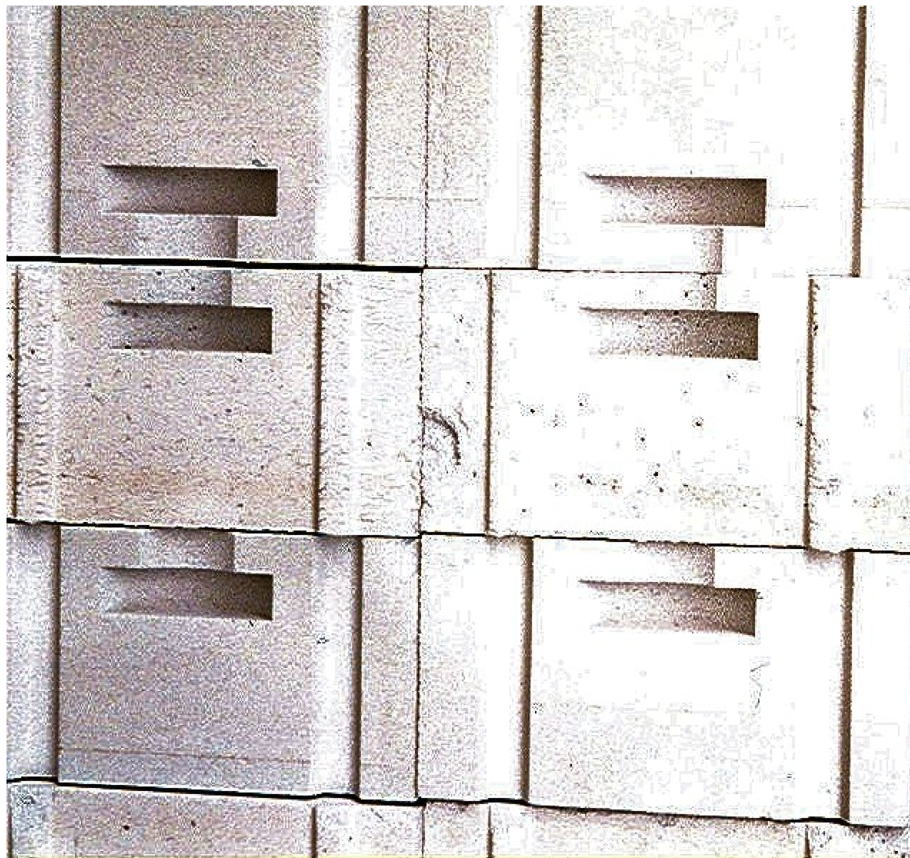
Vágás

Az YTONG technológia a gázbetontömb vágását különleges módon oldja meg. Az előszilárdított gázbetontömböt tartalmazó öntőformát hossztengelye körül 90°-kal elfordítjuk és az egyik, tömbhordozónak kialakított hosszoldalára állítjuk. Az öntőformát a tömbhordozó oldal kivételével egy darabban leemeljük a gázbetontömbről, majd elvégezzük a tömb vágását. *A* tömbhordozó öntőforma oldal egészen a palettaképzésig, illetve vasalt termékek esetén a késztermék elszállításáig a gázbetontömb alatt marad. A gázbetontömb hosszoldalra állítása három szempontból rendkívül előnyös:

- A gázbetontömböt az acél tömbhordozó oldallal való merev alátámasztás következtében csekély előszilárdság mellett lehet vágni. Ez azt jelenti, hogy a pihentetési idők rövidebbek, mintha a vágást alá nem támasztott állapotban végeznénk. A kisebb élőszilárdság kötőanyag-megtakarítást eredményez, ugyanis normál esetben a kötőanyag elsősorban az előszilárdság és csak másodsorban a végszilárdság biztosításához szükséges. Az YTONG gázbeton 20-25 tömeg% kötőanyag-adagolással állítható elő.
- A gázbetontömb a hosszoldalra állítás folytán olyan helyzetbe kerül, hogy valamennyi kivágandó termék keskeny oldala szabadon hozzáférhetővé és megmunkálhatóvá válik.

A *3. ábrán* az YTONG termékeket, közöttük a felületükön megmunkáltakat mutatjuk be. E vágási technológia tette lehetővé legutóbb a blokkvéglapokba bemart, ún. fogókagyló kialakítását, amely a blokkok kézi emelését jelentősen megkönnyíti. A fogókagylós blokkok az NSZK-ban nagy népszerűségnek örvendenek (*5. fénykép*).

- A hosszoldalra állított gázbetontömböt rövid húrokkal lehet vágni, és ezért az YTONG gázbetontermékek méretpontossága nagy.



5. fénykép: Nút-féderes fogókagylós (megfogó hornyos) YTONG gázbeton tömbök

Autoklávolás

Köztudott, hogy a gázbetonok mintegy egyharmaddal kevesebb gyártási energiát igényelnek, mint más építőanyagok, például a téglák, ami nem jelenti azt, hogy a gőzfelhasználás korlátozására szükségtelen lenne újabb és újabb erőfeszítéseket tenni. Az energia-megtakarításra az YTONG technológiában a legkülönbözőbb lehetőségek vannak, mert a légcsere és a gázbetontömb előmelegítése az autoklávokban fáradt-gőzös öblítéssel, vagy a kazánban lévő vákuummal történik.

A *4. ábrán* egy YTONG gyár hulladékhő visszanyerő rendszerét, a *4. táblázatban* ennek beruházási költség-megoszlását és az egyes berendezések üzemeltetésével fokról fokra csökkenő gőzfelhasználás mértékét mutatjuk be. A fáradt-gőz értékesítő rendszer megépíthető a gyárlétesítéssel egyidejűleg, vagy az építőszekrényelv alapján utólagosan is.

3. ábra: YTONG termékek

4. ábra: Hulladékhő visszanyerő rendszer

Csomagolás

Az álló helyzetű gázbetontömb vágási rendszer következté**ben az** YTONG gyárakban különleges lazító, formakocsiról leválasztó, palettázó és csomagoló automatapépekre van szűkség. Az európai gyárakban a biztonságos szállítás, a nedvességtől való védelem érdekében a blokkok faraklapra kerülnek és zsugorítókemencében műanyagfólia csomagolást kapnak. Más csomagolás, mint például egy egyszerű fémpántos átkötés természetesen éppen

úgy megvalósítható. A nagyméretű és vasalt elemeket építési helyre szóló megrendelés szerint gyártjuk, építéshelyenként szükséges célrakatot képezünk, és lehetőleg tárolás nélkül az építési helyre szállítjuk. Előállhat azonban az az eset, hogy az elkészült szerkezeti elem célrakatot az építéshely még nem tudja fogadni, és ekkor a tárolótéren időszakos készenléti tarolásra van szükség. Erre elsősorban télen lehet számítani.



6. fénykép: Készáru tároló

4. táblázat: A hulladékhő visszanyerő rendszer beruházási költségének megoszlása és üzemeltetésének gőzmegtakarítási eredménye

Sor-szám N	A rendszer N sorszámú berendezése	A beruházási költség megoszlása a hő-visszanyerő rendszeren belül [%]	Gőzfelhasználás, ha az (1 + …N) berendezések megépülnek [gőz kg/gázbeton m^3]
1.	6 db autokláv esetén, hővisszanyerő rendszer építése nélkül		160
2.	Gőzelosztás a vákuum, friss gőz, túláramló gőz, gőzkieresztés között	30	130
3.	Vezetékrendszer és hőcserélő a tápvíz melegítéséhez	10	123
4.	Kondenzvízvezeték, vezeték a melegvíztárolóhoz, fűtőrendszer	22	115
5.	Kondenzációs hűtés	4	
6.	Fáradt gőz tároló	26	85
7.	Autokláv automatika	8	70
A hulladékhő visszanyerő rendszer beruházási költsége, összesen %		100	

Az YTONG gázbeton minősége

Mint minden építőanyag, úgy az YTONG gázbeton minősége is az anyagtani tulajdonságokkal és a termékjellemzőkkel írható le.

A gázbetonok anyagtani tulajdonságainak főbb csoportjai a mechanikai, és a hő- és hidrotechnikai tulajdonságok, amelyek lényegében a testsűrűségnek képezik függvényét. Ezért az YTONG gázbetonok anyagtani tulajdonságait az *5. táblázatban* testsűrűség szerinti csoportosításban mutatjuk be. Az *5. táblázatban a* nyomószilárdságot, a hajlító-húzószilárdságot, az *E* rugalmassági modulust, a kúszási számot mint mechanikai tulajdonságot, valamint a vízzel telített és a légszáraz állapotú zsugorodást, a hővezetési tényezőt, mint hő- és hidrotechnikai tulajdonságot tüntettük fel. A szilárdsági értékeket illetően látni, hogy az YTONG gázbeton biztonsággal felel meg a DIN szabvány szilárdsági

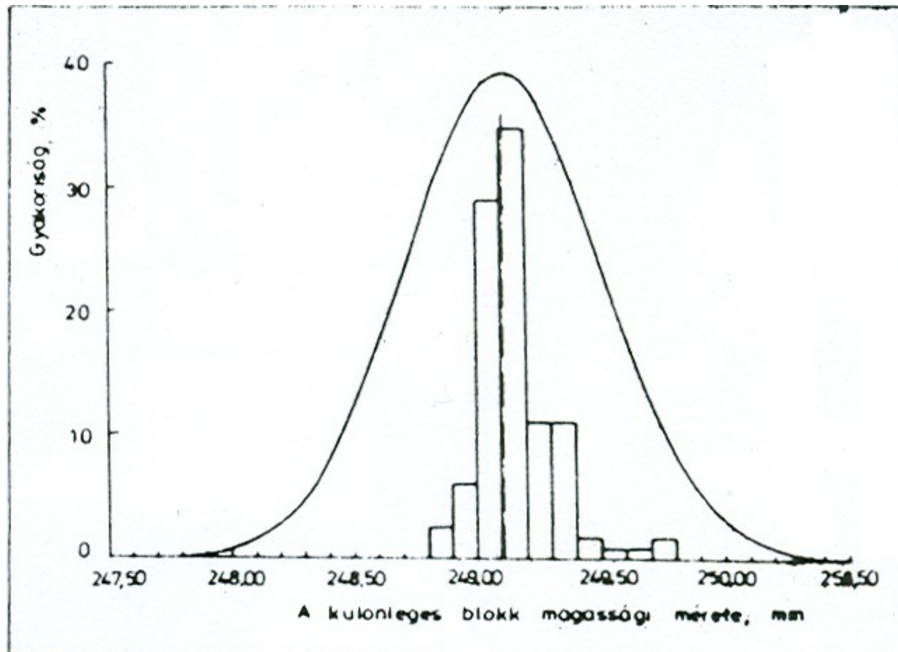
követelményének. A 400-700 kg/m^3 testsűrűségi osztályok a DIN 4223 és 4165 szabvány szerintiek, de ezeken túlmenően az YTONG eljárással olyan különlegesen könnyű és nehéz termékeket is elő lehet állítani, amelyek ezekben a szabványokban még nem szerepelnek. A különlegesen könnyű termékek előállításánál az átforgatást illetően a gázbetontömb alátámasztott volta, a különlegesen nehéz termékek előállításánál a nagyon rövid vágóhúrok alkalmazása jelent előnyt. A hő-és hidrotechnikai tulajdonságokkal kapcsolatban utalni kell a kis zsugorodási értékekre és a nagyon kedvező hővezetési tényezőkre.

5. táblázat: Az YTONG gázbeton anyagtani tulajdonságai

Anyagtani tulajdonságok	Testsűrűségi osztály alsó határértéke [kg/m^3]							
	200	300	400	500	600	700	800	1000
1. Mechanikai tulajdonságok								
Nyomószilárdság [N/mm^2]	1,0	2,0	3,0	4,0	5,5	7,5	9,0	12,0
DIN követelmény	–	–	2,5	3,5	5,0	5,0	7,5	–
Hajlító-húzószilárdság [N/mm^2]	–	0,3	0,5	0,6	0,8	1,2	1,5	2,0
DIN követelmény	–	–	0,4	0,4	0,4	0,4	–	–
E rugalmassági modulus [N/mm^2]	–	–	1250	1750	2250	2500	3000	3500
DIN követelmény	–	–	1250	1750	–	2500	–	–
Kúszási szám (YTONG házi szabvány)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
2. Hő- és hidrotechnikai tulajdonságok								
Zsugorodás vízzel telített állapotban [mm/m]	–	–	0,25	0,25	0,25	0,25	–	–
Zsugorodás légszáraz állapotban [mm/m]	–	–	0,10	0,10	0,10	0,10	–	–
Hővezetési tényező [W/mK]	0,06	0,07	0,12	0,16	0,18	0,20	0,25	–

A termékjellemzőkről, mint az alakról, a kialakításról, a méretpontosságról szólva figyelemre méltó, hogy a gázbetontömb átforgatásnak köszönhetően a simára vágott felületű és még nedves állapotú falazóanyagok és vasalt termékek keskeny oldalaiba a legkülönbözőbb formájú és mélységű horony- és eresztékprofilok, habarcstáskák, kiöntési hornyok, fogómélyedések marhatók. Az YTONG termékek falazóanyag választékának kisebb része normál (±3 mm méretpontosságú) blokként, nagyobb része különleges (6. *táblázat* szerinti méretpontosságú) blokként kerül eladásra. Ezeket a különleges blokkokat 1 mm-es vékonyágyazatos fugával rakják falazatba, miáltal közel fugamentes, hőhid nélküli falszerkezet alakítható ki. Ennek a termékek nagy méretpontossága az előfeltétele, aminek szabvány szerinti követelménye a különleges blokk magasságára az NSZK-ban ± 1 mm. E követelménynek az YTONG különleges termékek a rövid vágóhúroknak és a különleges vágási technológiának köszönhetően jól megfelelnek. Ezt bizonyítandó szerepeltetjük a 6. *táblázatot,* amelyben a különleges (méretpontosságú) blokkok méretelőírását és tűrését, továbbá az YTONG termékeken mért ennél kisebb átlagos méreteltéréseket adtuk meg. Az 5. *ábrán* a különleges (méretpontosságú) blokk magasság méretének tipikus gyakoriság hisztogramját és görbéjét mutatjuk be. Ha a matematikai statisztikai elveknek megfelelően feltételezzük, hogy az esetek 97 %-ában kisebb a méreteltérés, mint a mért magassági eltérések átlagának háromszorosa, akkor belátható, hogy a magassági mérettűrés 1 mm-es követelménye minden nehézség nélkül betartható.

A szerkezeti elemek teherbírása ugyancsak termékjellemző paraméter. Terhelhetőségük szélső esetben 800 kg/m^2 is lehet. Legnagyobb fesztávuk 6 m.



5. ábra: A különleges méretpontosságú blokk magasság méretének gyakorisága

6. táblázat: A különleges (méretpontosságú) blokkok mérete és tűrése

Méret	Előírt érték [mm]	Szabványos tűrés [mm]	YTONG termék	
			Szilárdsági osztály	Átlagos mért eltérés [mm]
Hosszúság	624	±1,5	G 2	0,30
	499		G 4	0,50
Magasság	249	±1,0	G 2	0,20
			G 4	0,25
Vastagság	50-365	±1,5	G 2	0,30
			G 4	0,50

Az YTONG termékek alkalmazása

Falazóanyag

A falazóanyagok különböző blokkokként, válaszfal elemekként, álló, fekvő, megmunkált felületű falelemekként kerülnek forgalmazásra *(3. ábra).*

Fontos, hogy a különleges (méretpontosságú) blokkokból az azonos testsűrűség és nyomószilárdság ellenére építéstechnikailag és épületfizikailag jobb falszerkezetek építhetők, mint a normál (méretpontosságú) blokkokból, amely utóbbiakat általában 10 mm vastag normál falazóhabarcsba, esetleg könnyűadalékanyagos hőszigetelő habarcsba rakják. Amíg a normál blokkokból normál habarcsba rakott falazat hővezetési tényezője a testsűrűségtől függően 0,22-0,29 W/mK között, addig ugyanez a termékjellemző a különleges blokkokból ragasztva rakott falazat esetén 0,15-0,27 W/mK között változik, de vele újabban már 0,12 W/mK értéket is elérünk.

A különleges blokkokból épült falszerkezet további előnye, hogy az nagyobb szilárdságú, mint a normál blokkokból épülteké. A falszerkezet-vizsgálatok nagy számából ismeretes, hogy a falazó idom és a falszerkezet nyomószilárdságának hányadosa égetett agyagtéglák esetén legfeljebb 0,5. Normál gázbeton blokkokkal 0,6-0,7 értékű, míg különleges blokkokkal a teljes felületű vékonyágyazatos habarcsragasztásnak köszönhetően már 0,8-0,9 értékű hányados érhető el anyagtani és blokk nyomószilárdságuk azonossága ellenére. Ez idő szerint azon fáradozunk, hogy a különleges blokkokból készült falazatok megengedhető feszültségének nagyobb értékét a DIN szabványokban rögzítsük.

Figyelemre méltó, hogy a DIN 4165 szabvány a közepes és nagyszilárdságú különleges blokkok nagyobb méretű típusai nyomószilárdságának kiszámításához 1,0-nél nagyobb értékű szorzó alaktényező alkalmazását engedi meg. Ez azt jelenti, hogy ugyanazon falszerkezeti feszültségek hordásához a nagyobb méretű blokkoknak kisebb szilárdsága lehet, mint a kisebb méretűnek. Így ez esetben például az 5 N/mm^2 blokkszilárdsági követelményt a mért nyomószilárdság 1,2-szeres szorzatával kell elérni. E blokk megengedett falszerkezeti feszültsége 1,0 N/mm^2.

Szerkezeti elemek

Az YTONG gázbeton szerkezeti elemek tető-, födém- és falszerkezetekben alkalmazhatók. Mérettűrésük egységesen ± 1,5 mm. A fekvő vagy álló elrendezésű falelemek mellett különösen lakóépületek térelhatároló szerkezeteként kerülnek felhasználásra a vasalt és a vasalás nélküli faltáblák. A tető- és födémelemek beépítésével, kiegészítő fugavasalások és körgerendák elhelyezésével tálcás tartószerkezeteket lehet létesíteni.

A tető- és födémelemek vasszerelése általában felül nyitott, ezzel szemben a falelemek vasalása szimmetrikus és zárt. E szimmetrikus vasalás készítésekor háromféleképpen lehet eljárni: készíthető egy felfelé nyitott kosár, amelyikbe kiegészítő síkhálót kell hegeszteni, vagy egy kellő szélességű hálóból kell zárt kosarat hajlítani, vagy két síkhálót kell gerincvasalással összehegeszteni. A vasszerelést védeni kell a korróziótól. Kétrétegű korrózióvédelemként cementből, latexből és bitumenből készített keveréket alkalmazunk. Ezt a korrózióvédő szert évtizedek óta használjuk, minősége ellen kifogás nem merült fel.

Tűzvédelmi anyag

A vasalt és vasalatlan gázbeton alkalmazása tűzvédelmi anyagként viszonylag új, az iránta megnyilvánuló érdeklődés jelentős. Az elmúlt években nagy mennyiségű gázbeton termék került eladásra tűzvédelmi ajtók készítéséhez Ennek egyik oka az eddig használt egyéb anyagoknál sokkal olcsóbb beszerzési lehetősége. A kereslet másik oka, hogy a gázbeton kiváló tűzvédelmi tulajdonságokkal rendelkezik, aminek hátterében egyrészt a kis hővezetőképesség, másrészt a kémiailag és fizikailag kötött víz áll, amit tűz esetén a hőnek a gázbetonból előbb teljesen ki kell hajtania ahhoz, hogy a tűzzel ellentétes oldalon az ajtó hőmérséklete a 100 °C-ot egyáltalán el tudja érni. A gázbeton acéltartók és kábelek tűzvédelmi szigetelésére is használatos.

Különleges testsűrűségű gázbeton

Különlegesen könnyű termékeket szigetelési célokra gyártunk, például hűtőházak vagy szervesiszap-tartályok építéséhez, de ebbe a csoportba tartoznak a már tárgyalt tűzvédelmi anyagok is.

A nagyon nehéz termékek az építőiparban általában ott találnak alkalmazásra, ahol fokozott zajvédelmet, vagy teherbírást kell biztosítani.

Ad- és abszorpciós granulátum

A gázbetongyártás vágási hulladékának egy része megszilárdult gázbeton törmelék, amelyből aprítással, osztályozással, esetleg szárítással ad- és abszorpciós anyag készül. E termék az NSZK-ban nagy mennyiségben kerül eladásra többféle célra, például állati alomként, olajfogó anyagként, acélgyártásnál öntvényszigetelés céljára, és legújabban füstgázszűrő anyagként. Legnagyobb piaca a szagmegkötés fokozására szárítás után savakkal kezelt macskaalomnak van, amelyből tavaly az YTONG AG. 20.000 tonnát forgalmazott. Füstgázszűrésre a gázbeton granulátum azért alkalmas, mert segítségével az olyan környezetre káros anyagok, mint a kén-dioxid, kén-trioxid, hidrogén-fluorid, sósav a füstgázból gyakorlatilag maradéktalanul eltávolíthatók.

Hums, D.: **Az YTONG gázbeton eléállítása, tulajdonságai és alkalmazása**

A gázbetont gazdaságossága és kedvező műszaki tulajdonságai teszik keresett falazó-, hőszigetelő- és szerkezeti anyaggá. Gyártástechnológiáját úgy kell kialakítani, hogy minősége a különböző tulajdonságú adalékanyagok, kötőanyagok és gázképzőanyagok alkalmazása mellett is kifogástalan legyen. A gázbetontömb, kelesztése, vágása, autoklávolása és a késztermék csomagolása az YTONG technológiában speciális módon történik. A termék minőségét a gázbeton anyagtani tulajdonságai és a termékjellemzők határozzák meg. Az YTONG termékek falazóanyagként, szerkezeti elemként, tűzvédelmi anyagként, ad- és abszorpciós granulátumként kerülnek felhasználásra.

Hums, D.: **Die Herstellung, Eigenschaften, und Anwendung des YTONG-Gasbetons**

Das Gasbeton ist wegen seiner Wirtschaftlichkeit, seiner güstigen technischen Eigenschaften ein gesuchter Mauer-, wärmehämmender und Konstruktions-Baustoff geworden. Die Herstellungstechnologie des Gasbetons muss so ausgestattet werden, dass die Qualität dessen bei der Anwendung verschiedener Zuschlagstoffe, Bindemitteln und gasbildender Stoffe einwandfrei sei. Das Quellen, Besnitten, Autoklavisieren und die Produktverpackung der Gasbetonblöcke geschiet speziell nach der YTONG-Technologie. Die Qualität des Produktes wird durch die Materialeigenschaften des Gasbetons bestimmt. Die YTONG-Produkte werden als Mauerstoffe, Konstruktionselemente, Feuerschutzstoffe, Ad- und Absorptionsgranulate verwendet.

Hums, D.: **Cellular Concrete "YTONG"-Manufacture, Properties and Application**

Cellular concrete can be advantageously applied as walling, insulation and structural material, due to its economic and technical properties. Manufacturing technology must be adjusted to give an adequate product even if the properties of binders, additives or gas forming agents are changing. Expansion, cutting, autoclaving and the packaging of the product are made in a special way. Quality depend on the structure and texture of the product. Ytong can be also well applied as a granulate, having good adsorption and absorption characteristics.

HOMOKALAPÚ GÁZBETONOK SZILÁRDSÁGI, HŐTECHNIKAI, AKUSZTIKAI, ÉPÍTÉSBIOLÓGIAI TULAJDONSÁGAI

ÍRTA: DR.-ING. DIETER HUMS

az YTONG AG. Entwicklungszentrum (Kutatási Központ) vezetője, Schrobenhausen/Obb, Németország (a cikk megírásakor még NSZK)

A cikk az Építőanyag c. folyóirat (SZTE Szilikátipari Tudományos Egyesület akkor még havi lapja) XLII. évf. 1990. 6. szám 224-229. oldalán jelent meg, és előzőleg előadás formájában a Budapesten, 1989. június 12-16. között rendezett XV. „Siliconf" Szilikátipari és Szilikáttudományi Konferencián hangzott el.



Az első sorban balról jobbra: Dr. Dieter Hums, dr. Kausay Tibor, dr. Kertész Pál

Bevezetés

A gázbetonból világszerte nagyméretű vasalt elemeket és kisméretű vasalás nélküli falazóblokkokat gyártanak. A gázbeton széles körű elterjedését annak köszönheti, hogy a legkülönfélébb klimatikus körülmények között alkalmazható, és kedvező tulajdonságait minden földrajzi környezetben megtartja: jó hőszigetelőképessége hideg éghajlaton ugyanúgy előnyös, mint meleg vidékeken, ahol az épületeket klimatizálni kell. Földrengésveszélyes területeken a vasalt gázbeton elemekből és a gázbeton falazóblokkokból biztonságos épületeket lehet emelni. A gázbeton könnyen alakítható anyag, ezért az építéshelyi megmunkálása különösebb szakértelmet nem igényel. Gyártástechnológiai könnyebbség, hogy mind a falazóblokkokat, mind a vasalt elemeket ugyanazon berendezésen elő lehet állítani.

A gázbetongyártás legfontosabb nyersanyaga a szilicium-dioxid (kvarc) tartalmú homok vagy pernye, amely földünk nagy részén rendelkezésre áll. Hasonló módon mindenhol beszerezhető a cement és az égetett mész [1].

A gázbeton termelési költségei az eltérő bérszintek és nyersanyag árak folytán országonként mások és mások. Így például Közép-Európában a homok alapú gázbeton nyersanyag ára a kerámiai tégla vagy a mészhomok tégla nyersanyag áránál nagyobb, amivel szemben a

gázbeton előállítás alacsonyabb energiaköltsége áll. A különböző falazóanyagok energiatartalmát az *1. táblázatban* hasonlítottuk össze oly módon, hogy abban a nyersanyagok energiatartalmát is számításba vettük. A különböző falazóanyagok gyártásának munkaerő költségét nagyon nehéz egybevetni, mert azok jelentős mértékben függnek a gyártás-technológia automatizáltsági fokától. Mind a korszerű téglagyárak, mind a gázbetongyárak ma nagyon kevés munkaerővel dolgoznak. A gázbetongyártás munkaerő költségei a teljes termelési költségeknek már csak 10 %-át teszik ki.

Az NSZK-ban a gázbeton-gyártás és -felhasználás az utóbbi években sokat fejlődött és növekedett. A mai értelemben vett korszerű gázbeton első NSZK-beli alkalmazása az 1950-es évekre tehető, míg ma (1989) a falazóanyag termelésben már mintegy 15 %-os a piaci részesedése. Ennek oka a gázbeton kedvező tulajdonságaiban keresendő. Az utóbbi években az NSZK-ban a gázbeton további jelentős fejlődésének vagyunk tanúi, amiről a következőkben számolunk be.

Megjegyezzük, hogy kísérleti eredményeink, összefüggéseink és tapasztalataink elsősorban homok alapú gázbetonra vonatkoznak, de kellő kritikával és esetenként nem nagy eltéréssel a pernye alapú gázbetonra is adaptálhatók.

1. táblázat: A különböző falazóanyagok energiatartalmának összehasonlítása

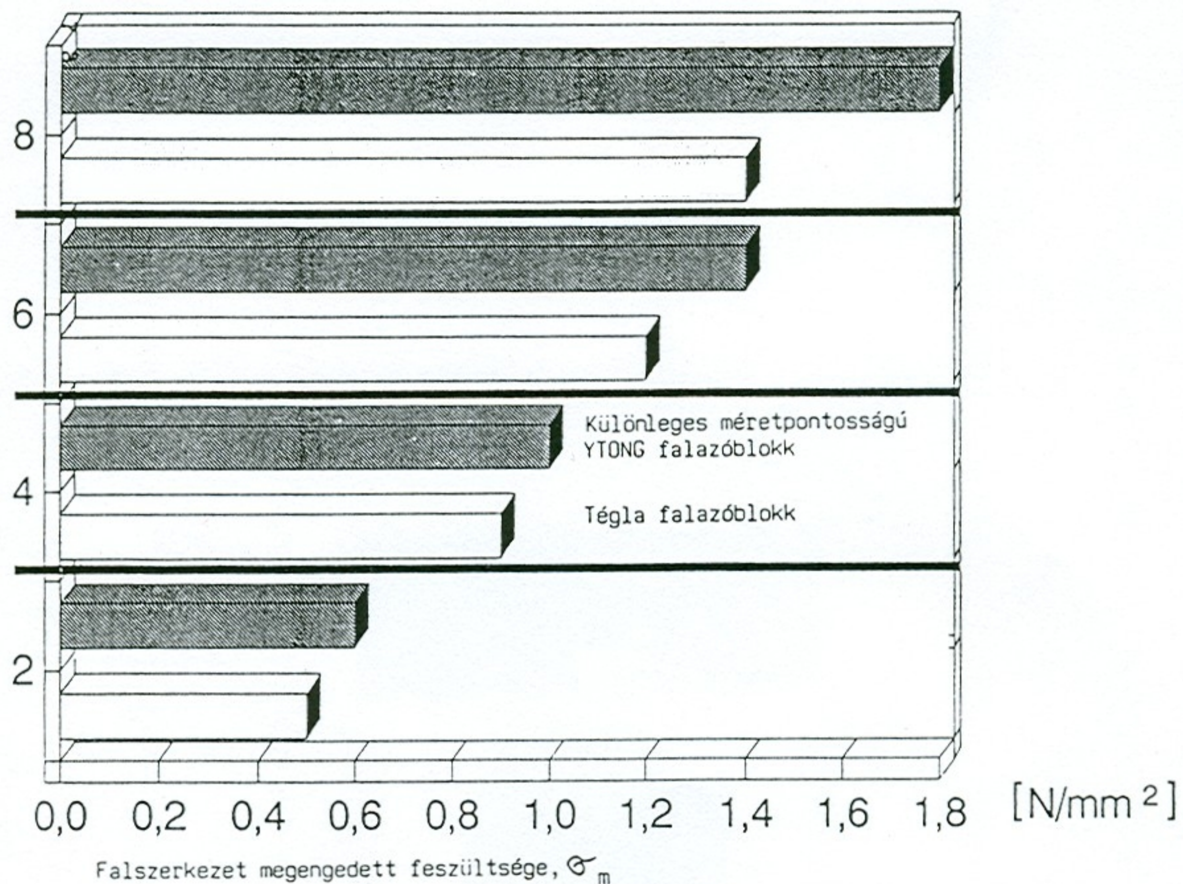
Falazóanyag	Testsűrűség [kg/dm³]	Összes energiatartalom		Energiatartalom a 0,43 kg/dm³ testsűrűségű YTONG gázbeton energiatartalmának %-ában
		Mcal/tonna	Mcal/m³	
(1.)	(2.)	(3.)	(4.) = = (2.)·(3.)	(5.) = = 100·(4.)/330
YTONG gázbeton	0,43 0,60 0,70	767 767 767	330 460 573	100 139 173
Tömör tégla	1,30 1,70	958 958	1245 1628	377 493
Poroton tégla	0,80	906	725	220
Mészhomok tégla	1,40	225	357	108
Agyagkavics-beton (pl. Liapor)	0,65	1138	740	224

2. táblázat: Különleges méretpontosságú gázbeton falazóblokkokból és téglából készült falszerkezet megengedett feszültsége és számított törőszilárdsága

Falazó-blokk szilárdsági osztály	σ_m megengedett feszültség [N/mm²]				σ_{sz} számított törőszilárdság [N/mm²]			
	Gázbeton		Tégla		Gázbeton		Tégla	
	falszerkezet							
DIN 1053 szerinti habarcs minőség	II..a.	III.	II..a.	III.	II..a.	III.	II..a.	III.
G 2	0,6	0,6	0,5	0,5	1,60	1,60	1,34	1,34
G 4	1,0	1,0	0,8	0,9	2,67	2,67	2,14	2,40
G 6	1,4	1,4	1,0	1,2	3,74	3,74	2,67	3,20
G 8	1,8	1,8	1,2	1,4	4,81	4,81	3,20	3,74

Falszerkezeti szilárdság

Az eddig érvényben volt DIN 1053 szabvány a falazóanyagok statikai követelményét a falazóanyag fajtájától függetlenül adta meg a habarcs szilárdsága és a falszerkezet szilárdsága függvényében [2]. A DIN 1053 legújabb tervezete ettől az elvtől eltér, mert beigazolódott, hogy a ragasztóhabarcsba rakott tömör (üreg nélküli és homok alapú) gázbeton falazóblokkokból készített falszerkezet szilárdsága nagyobb, mint a hagyományos habarccsal és üreges téglából falazotté. A különleges méretpontosságú gázbeton falazóblokkok és tégla felhasználásával, valamint hagyományos falazóhabarccsal épített falszerkezetek megengedett feszültségét és számított törőszilárdságát a *2. táblázatban* hasonlítottuk össze. YTONG kísérletekből ismeretes, hogy tégla esetén a falszerkezet törőszilárdsága a falazóanyag nyomószilárdságának százalékában kifejezve a habarcs fajtájától függően 30-50 %, ugyanez a viszony hagyományos habarcsba rakott gázbeton falazóblokk esetén 60-70 % és ragasztóhabarcsba rakott gázbeton falazóblokk esetén 80-90 %. A DIN 1053 a falszerkezet megengedett feszültségét a törőszilárdságból mintegy háromszoros biztonsággal vezeti le. Az *1. ábra* a falszerkezet megengedett feszültségét mutatja a különleges méretpontosságú, ún. YTONG Planblock falazóblokkok szilárdsági osztálya függvényében. Kitűnik, hogy ragasztóhabarcs alkalmazása esetén magasabb szilárdsági osztályú gázbeton falazóblokkal nagyobb megengedett feszültségű falszerkezetet lehet építeni. A mondottakat jól szemlélteti *a 2. ábra,* amely egy hétszintes lakóépület külső- és közép-főfalainak megengedett és az azokban ténylegesen fellépő számított feszültségek viszonyát mutatja be. Eszerint a lakóépület összes szintje megépíthető gázbetonból, a külső főfalak falvastagságtól függően 70-85 felület%-ban G2 szilárdsági osztályú falazóblokkokból készülhetnek, ami az épület hőgazdálkodása szempontjából rendkívül kedvező.

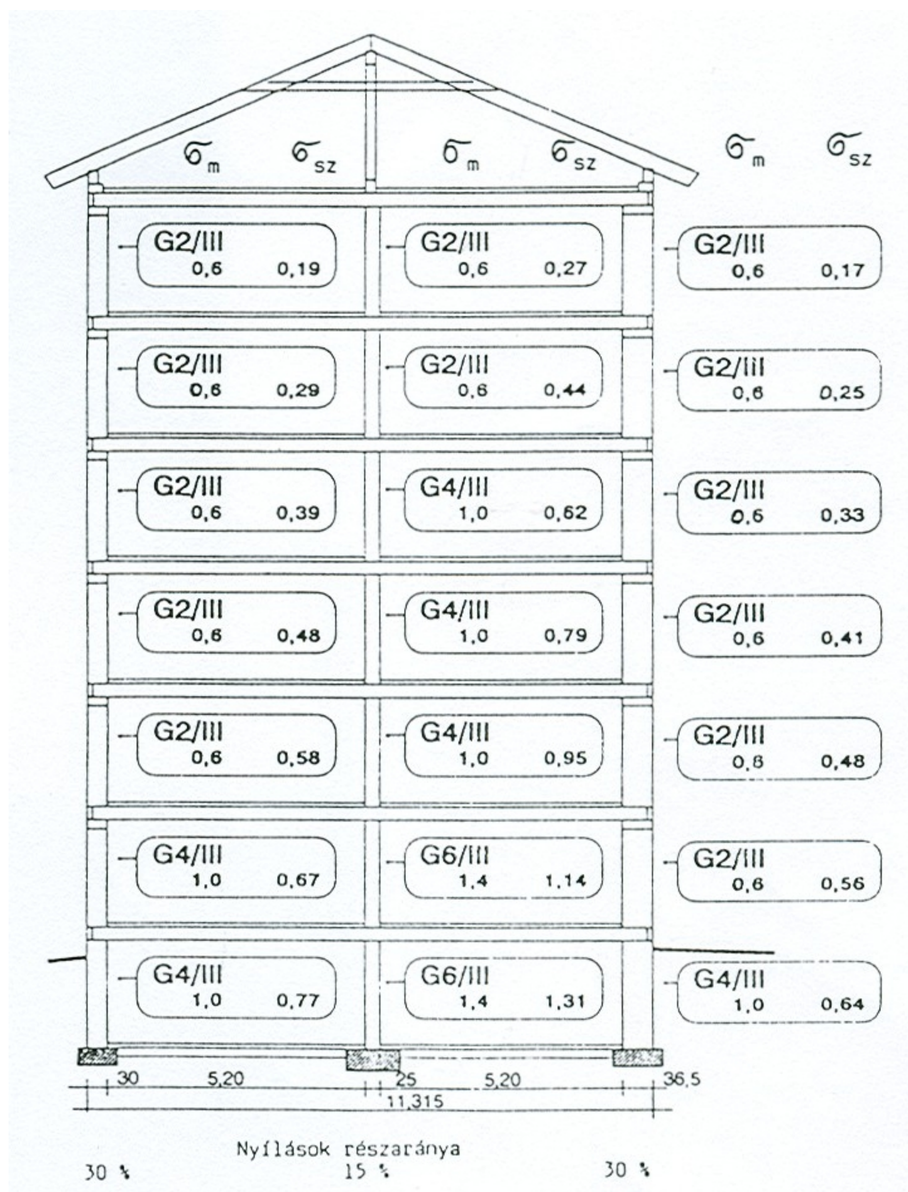


1. ábra: A III. jelű, 10 N/mm^2 nyomószilárdságú habarcsba (DIN 1053-1) rakott gázbeton falszerkezet megengedett feszültsége

Hőszigetelőképesség

A különleges méretpontosságú gázbeton falazóblokkok hővezetési tényezőjét a testsűrűség függvényében tüntettük fel a *3. ábrán. A 3. ábra* a hővezetési tényező DIN 4108 [3] szerinti szabványos követelmény értékeket és a garantált értékeket tartalmazza. A szabványos követelmény betartása valamennyi gázbetongyár számára kötelező, míg a garantált érték egyes gázbetongyártók fejlesztési munkájának kedvező és vállalt eredménye. Látható, hogy ma már (1989-ben) 400 kg/m^3 testsűrűség mellett garantálni lehet a max. λ = 0,12 W/mK értékű hővezetési tényezőt. A *4. ábrán* a különböző falazóanyagok hővezetési tényezőjének szabvány szerinti követelményét mutatjuk be a testsűrűség függvényében. Az *5. ábrán* azt ábrázoltuk, hogy a falszerkezet k = 0,4 W/m^2K hőátbocsátási tényezőjét különféle testsűrűségű, különböző falazóanyagok alkalmazása esetén milyen vastagságú vakolatlan fallal lehet biztosítani. A k = 0,4 W/m^2K hőátbocsátási tényezőt az épületfizikusok és energiakutatók olyan értéknek tartják, mint amely a jövő követelményének tekinthető. A kísérletek azt mutatják, hogy ez idő szerint az optimális hővédelmet a falszerkezet k = 0,4 W/m^2K értéke mellett lehet elérni. A k érték további csökkentésének csak akkor van értelme, ha az épület szellőztetési hőveszteségeit korlátozni tudjuk. Ez az épület hővisszanyeréses mesterséges szellőztetésével oldható meg.

Ha a gázbeton falazóblokkok hőtechnikai tulajdonságai javulnak, és a kedvező garantált paraméterek (például λ = 0,12 W/mK) alkalmazása általánossá válik, akkor az a falvastagságok csökkenésére jótékonyan hat.



2. ábra: Hatemeletes gázbeton modell-épület falszerkezetének megengedett (σ_m) és számított (σ_{sz}) feszültsége

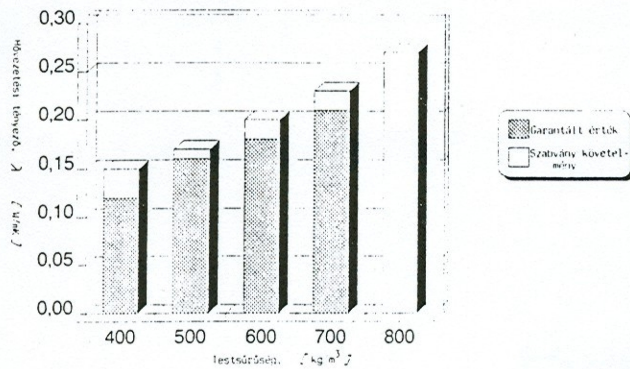
Zaj elleni védelem

A gázbetonnak a többi falazóanyaghoz képest kicsi a testsűrűsége és ezért az R'_w súlyozott léghanggátlási száma is alacsony. Az utóbbi évek akusztikai kutatásai ugyanakkor azt bizonyítják, hogy a gázbeton csak bizonyos eltéréssel követi az általános *Berger*-féle törvényt, amely a súlyozott léghanggátlási számot a felületegységnyi tömeg függvényében adja meg. A gázbetonra érvényes összefüggés görbéje ugyanis az általános *Berger*-féle törvény görbéje felett, míg az üreges könnyített téglákra érvényes összefüggés görbéje az általános *Berger*-féle törvény görbéje alatt helyezkedik el *(6. ábra)*. Ez azt jelenti, hogy a 100 és 200 kg/m^2 tartományban az azonos felületegységnyi tömegű gázbeton és üreges tégla súlyozott léghanggátlása között eleve 4 dB különbség van a gázbeton javára, vagy másképp fogalmazva ugyanazon léghanggátlási szám gázbetonnal 50 kg/m^2-rel kisebb felületegységnyi tömeggel biztosítható, mint üreges tégla esetén, ami a gyakorlatban igen jelentős különbség. A magas épületekben a közvetlen léghangterjedésnek nemcsak a falszerkezetekre merőlegesen, hanem függőleges értelemben is szerepe van. A legújabb kutatások erre nézve is kimutatták, hogy a gázbeton függőleges léghanggátlási hatása kedvezőbb, mint a többi falazóanyagé. A *7. ábrán az* R_L függőleges léghanggátlási számot tüntettük fel a hangfrekvencia függvényében egy olyan épületre vonatkozólag, amelynek gázbeton falai 25 cm vastagok és födémjei gázbeton elemekből készültek. A *7. ábrán* azt a görbét is szerepeltetjük, amely a nem gázbetonból készült épületre nézve érvényes. Látni, hogy a

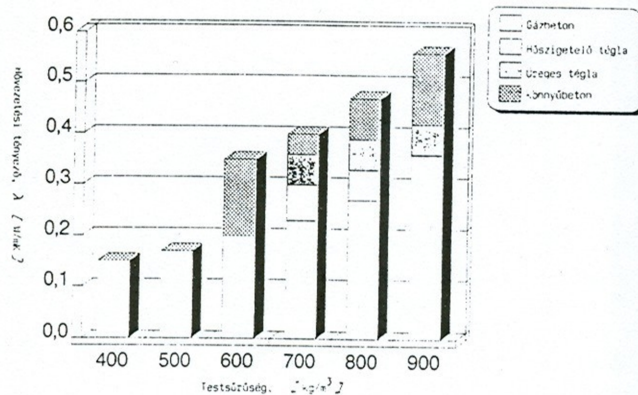
közepes frekvencia tartományban a gázbeton függőleges léghanggátlása 3-4 dB-lel jobb, mint a többi falazóanyagé.

Az ilyen léghanggátlási tulajdonságokkal rendelkező gázbetonnal az épület részekkel szemben támasztott legtöbb követelmény teljesíthető. A *8. ábrán* azt mutatjuk be a DIN szabvány szerinti mértékadó külső zajküszöb függvényében, hogy az milyen külső falazati súlyozott léghanggátlási számot követel meg, és annak milyen vastagságú és milyen testsűrűségű gázbeton falszerkezettel lehet megfelelni. Kitűnik, hogy gázbeton falszerkezettel a legmagasabb mértékadó külső zajküszöb által támasztott követelmények is kielégíthetők.

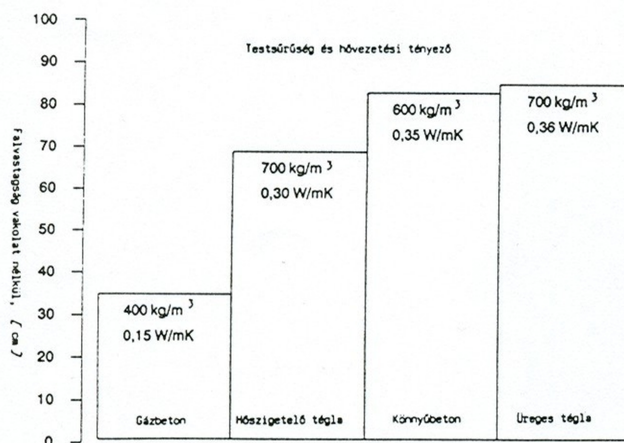
Nem szabad azonban elhallgatni, hogy vannak olyan DIN-szabvány szerinti követelmények is, amelyeket gázbetonnal nem lehet kielégíteni. Ennek tipikus példája a lakásválaszfal, amelynek akusztikai viszonyai a 9. *ábrán* láthatók. A *9. ábrán* a lakásválaszfalakra vonatkozó súlyozott léghanggátlási számot mutatjuk be a felületegységnyi tömeg függvényében, ha az egyrétegű teherbíró lakásválaszfal téglából, gázbetonból, vagy rabiccal bevont téglából áll. A lakásválaszfalak megkövetelt súlyozott léghanggátlási száma 53 dB, aminek mintegy 400 kg/m^2 felületegységnyi tömegű fallal lehet megfelelni.



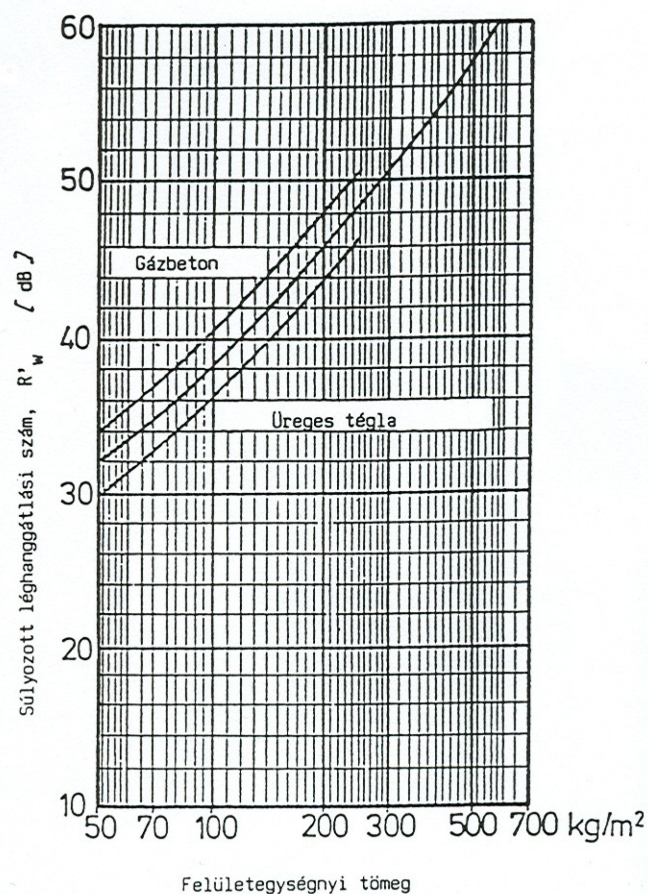
3. ábra
A különleges méretpontosságú gázbeton falazóblokkok hővezetési tényezőjének szabvány követelménye és garantált értéke



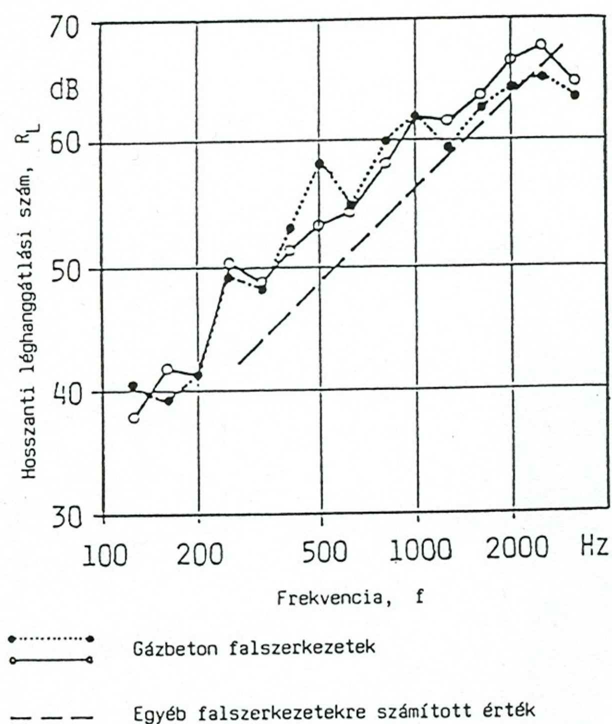
4. ábra
Különböző falazóanyagok hővezetési tényezőjének szabvány követelménye



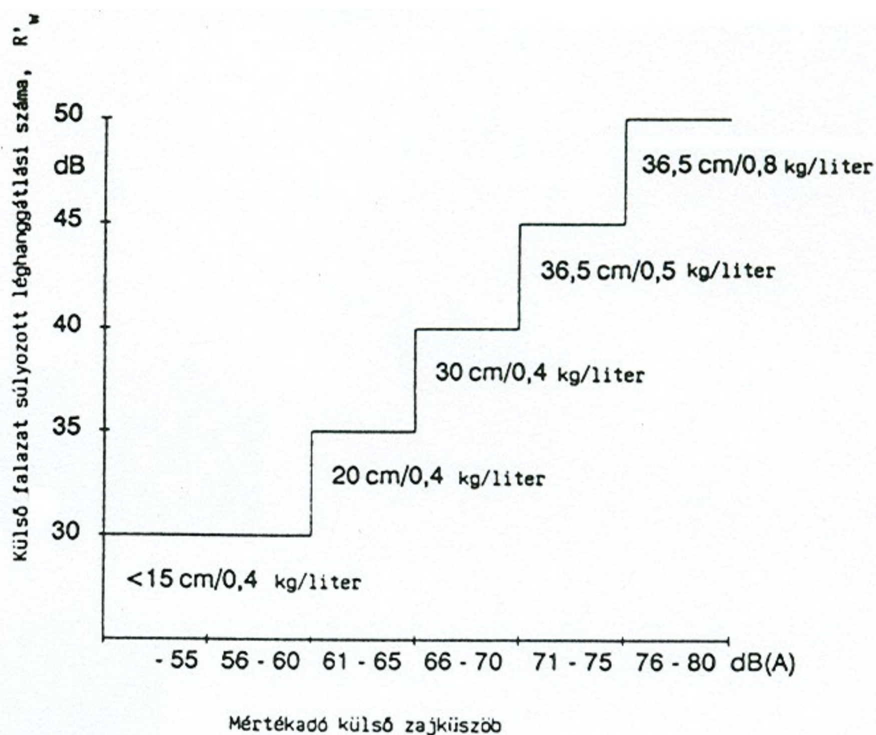
5. ábra
A k = 0,4 W/m²K hőátbocsátási tényezőjű falazat szükséges vastagsága különböző falazóanyagok esetén



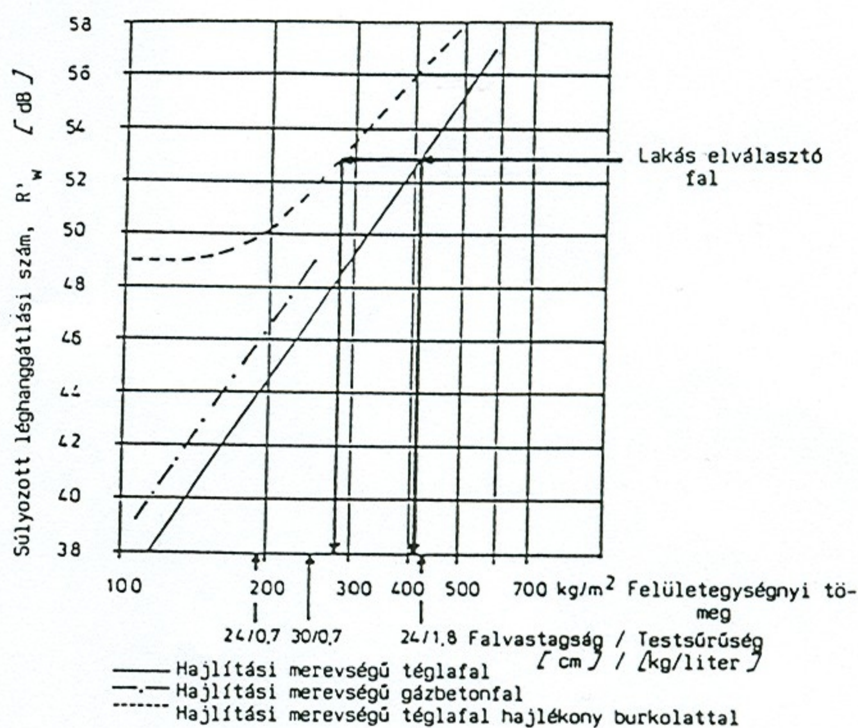
6. ábra
Összefüggés a különböző falazóanyagok felületegységnyi tömege és súlyozott léghanggátlási száma között



7. ábra
A függőleges léghanggátlási szám nagysága a hangfrekvencia függvényében gázbeton és egyéb anyagú falszerkezetek esetén (Gösele után)



8. ábra: Külső falszerkezetek megkövetelt léghanggátlásának és a gázbeton fal szükséges kialakításának összefüggése



9. ábra: Épületek lakásválaszfalainak léghanggátlása

Falazási munkaidő-igény

Azokban az országokban, ahol a munkaerő drága, nagy jelentősége van a falazási munka termelékenységének. Ez az egy m^3 falszerkezet megépítéséhez szükséges idővel fejezhető ki, amelynek értékeit gázbeton és tégla falszerkezet esetére a *3. táblázatban* tüntettük fel. A gázbeton kedvező falazási , munkaidő-igénye e táblázatból kiolvasható.

3. táblázat: Gázbeton és tégla falszerkezet építésének időigénye

A falszerkezet és a függőleges fuga típusa	A falazás munkaidő igénye [óra/m^3]	
	YTONG	Tégla
	falszerkezet	
Normál falazóblokk		
- átmenő fuga	3,10	3,15
- hornyos-eresztékes fuga	2,95	3,10
Különleges méretpontosságú falazóblokk		
- átmenő fuga	2,45	3,15
- hornyos-eresztékes fuga	2,40	3,10
- hornyos-eresztékes fuga és emelőhornyos blokk	2,25	–
- hornyos-eresztékes fuga és emelőhornyos blokk, amelynek véglapjára bemártással kerül a habarcs	2,13	–

Építésbiológia

Nyugat-Európában ma a lakásegészségügyi kérdések iránt az emberek nagy része sokkal fogékonyabb, mint korábban volt. Az ipari termékek minőségét ebből a szempontból kritikusan mérlegelik, és ezen belül kiemelten foglalkoznak az épületek falszerkezeteivel és tetőszerkezeteivel. A belső és külső falszerkezetek gyártóinak rendszeresen nyilatkozniuk kell afelől, hogy termékeik az egészségre nem károsak. A gyártóknak ezen kívül számot kell adniuk arról is, hogy gyártási technológiájuk környezetbarát.

Egészségkárosító tényezőként az építőanyagok mérgező anyagi részecske tartalma és a radon-kibocsátással járó magas radioaktivitás veendő számításba.

Az építőanyagokban lévő mérgező anyagi részecskékre vonatkozó kérdést viszonylag hamar meg lehetett válaszolni: ilyen alkotók a gázbetonban nem találhatók, gázalakban sem tudnak eltávozni. A másik kérdést illetően megállapítható, hogy valamennyi homokból előállított gázbeton típus radioaktivitása és ezáltal radon-kibocsátása kisebb, mint más hasonló építőanyagé.

Összefoglalás

Az NSZK-ban általában a homokalapú ún. „Planstein" [4] különleges (méretpontosságú) gázbeton falazóblokkokból – és 2-3 mm vastagságban elterített vékonyrétegű ragasztóhabarcs alkalmazásával – építik a gázbeton falszerkezeteket. E falszerkezeteket illetően az utóbbi időben jelentős fejlesztések történtek. Ezen fejlesztések egy része a 8-10 mm vastagságú hagyományos falazóhabarcsba rakott ún. „Blockstein" [4] normál gázbeton falazóblokkokból készített falszerkezetek tekintetében is hasznosíthatók.

A gázbeton egyensúlyi nedvességtartalmának és hővezetési tényezőjének csökkentésével a falazat hőtechnikai tulajdonságai jelentős mértékben javulnak. Ma már a 400 kg/m^3 testsűrűségű gázbeton esetén λ = 0,12 W/mK hővezetési tényezővel lehet számolni.

Céltudatos zajvédelmi kísérletek azt bizonyítják, hogy a gázbeton akusztikailag nem az ismert *Berger*-féle tömegtörvényt követi, hanem hogy a gázbetonra érvényes R_W súlyozott léghanggátlási szám 2-4 dB-lel nagyobb, mint ami a *Berger*-féle törvényből adódnék.

A nagyszámban végzett falszerkezeti kísérletek eredményeiből kitűnik, hogy a ragasztóhabarcsba rakott tömör (üreg nélküli) gázbeton falazóblokkokból készített falszerkezet szilárdsága sokkal nagyobb, mint a hagyományos falazóhabarcsba rakott üreges vagy soklyukú téglákból készítetteké. A ragasztóhabarccsal és a hagyományos falazóhabarccsal épült falszerkezetek tulajdonságai is eltérnek egymástól.

Irodalom

[1] Hums, D.: Az YTONG gázbeton előállítása, tulajdonságai és alkalmazása. Építőanyag, 39. évfolyam, 1987. 2. szám. 47-54. pp.

[2] DIN 1053 Teil 1: Mauerwerk, Berechnung und Ausführung

[3] DIN 4108 Teil 2: Warmeschutz im Hochbau. Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung.

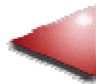
[4] DIN 4165: Gasbeton-Blocksteine und Gasbeton Plansteine

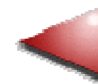
***Hums, Dieter:* Strenght, heac technical, acoustical and building biology properties of sand based gas concretes**

***Hums, Dieter:* Festigkeits-, thermische, akustische und baubiologische Eigenschaften von Gasbeton auf Sandbasis**

Vissza a

Noteszlapok abc-ben ***Noteszlapok tárgykörönként***





tartalomjegyzékhez